

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-26192

(P2000-26192A)

(43) 公開日 平成12年1月25日 (2000.1.25)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テーマコード (参考)
C 3 0 B 25/12		C 3 0 B 25/12	
29/06	5 0 4	29/06	5 0 4 D
H 0 1 L 21/205		H 0 1 L 21/205	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-120604

(22) 出願日 平成11年4月27日 (1999.4.27)

(31) 優先権主張番号 特願平10-134382

(32) 優先日 平成10年4月28日 (1998.4.28)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000190149

信越半導体株式会社

東京都千代田区丸の内1丁目4番2号

(72) 発明者 本間 忠明

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半導体株式会社磯部工場内

(72) 発明者 荒井 剛

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半導体株式会社磯部工場内

(74) 代理人 100095751

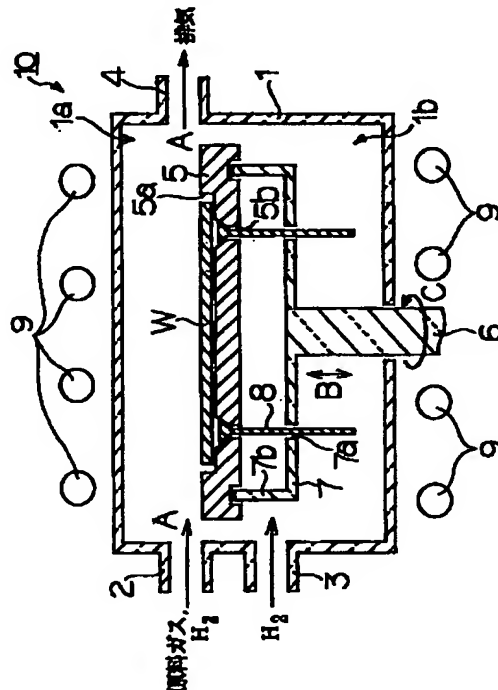
弁理士 菅原 正倫

(54) 【発明の名称】 薄膜成長装置

(57) 【要約】

【課題】 シリコン単結晶薄膜の気相成長装置におけるサセアタ温度の面内均一性を改善し、シリコン単結晶薄膜の膜厚を均一化する。

【解決手段】 サセアタ5の座繰り部5aに埋設されているリフトピン8の基材を、サセアタ5の基材よりも熱伝導率の低い基材に変更することにより、リフトピン近傍のサセアタ温度の局所的な低下を防止する。かかる基材としては、SiC、所望のグレードの炭素材、石英が好適である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 反応容器内に配置されたサセプタ上に基板を載置し、該反応容器内に原料ガスを供給しながら該基板上にシリコン単結晶薄膜を気相成長させる薄膜成長装置であって、

前記サセプタの基板載置用の座繰り部に設けられた貫通孔に、該サセプタの基材よりも熱伝導率の低い基材からなるリフトピンが挿通され、該リフトピンを昇降させて前記基板の裏面と接離させることにより、該サセプタ上における該基板の着脱を行うようになされたことを特徴とする薄膜成長装置。

【請求項2】 前記リフトピンの基材の熱伝導率が1000℃において40W/mK以下であることを特徴とする請求項1記載の薄膜成長装置。

【請求項3】 前記リフトピンの基材がSiCであることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の薄膜成長装置。

【請求項4】 前記リフトピンの基材が石英であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の薄膜成長装置。

【請求項5】 前記リフトピンの基材が黒鉛であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の薄膜成長装置。

【請求項6】 前記リフトピンの基材がガラス状ガーボンであることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の薄膜成長装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は薄膜成長装置に関し、特にシリコン単結晶薄膜成長装置における温度均一性の改善に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体デバイスのデザイン・ルールは、実用レベルで既にサブクォーター・ミクロンのレベルに到達しようとしている。微細化によって半導体デバイスの取扱い電荷量が減少すると、ウェーハ表面近傍のわずかな微小欠陥もデバイス特性に致命的な影響を与えるおそれが従来以上に大きくなり、特にバイポーラ回路やCMOS回路の性能劣化が問題となる。そこで今後は、融液から引上げられたシリコン単結晶インゴットをスライス、研磨して製造される鏡面研磨ウェーハに替わり、その表面にさらにシリコン単結晶薄膜を気相成長させたシリコンエピタキシャルウェーハの利用が増加するものと予想される。

【0003】シリコンエピタキシャルウェーハにおいては、高度な厚さ均一性が要求される。この厚さ均一性は、元々の鏡面研磨ウェーハが高度に平坦であることから、該鏡面研磨ウェーハ上に気相成長されるシリコンエピタキシャル層の平坦性と言い換えてもよい。高度な平坦性が要求されるのは、近年のフォトリソグラフィに用

いられる露光光の波長が遠紫外線波長域まで短波長化され、焦点深度が著しく低減しているため、少しでもプロセスマージンを稼ぐ必要があるからである。しかもこの要求は、ウェーハの口径が現行の200mmから300mm、さらにはそれより上へと拡大するにつれて、ますます厳しくなっていく。

【0004】図1に、枚葉式の気相成長装置10の一構成例を示す。この装置は、透明石英からなる反応容器1内に1枚ずつセットされたウェーハWを上下より赤外線ランプ9を用いて加熱しながら、気相エピタキシャル成長を行わせるものである。上記反応容器1内は、ウェーハWを載置するためのサセプタ5によって上部空間1aと下部空間1bとに分割されている。この上部空間1aでは、ガス供給孔2からキャリアガスであるH₂ガスと共に導入された原料ガスがウェーハWの表面をほぼ層流を形成しながら図中矢印A方向に流れ、反対側の排気孔4から排出される。下部空間1bには、上記原料ガスよりも高圧にてパージガスであるH₂ガスが供給されている。パージガスを高圧とするのは、反応容器1とサセプタ5との間の隙間から下部空間1bへの原料ガスの進入を防止するためである。

【0005】上記下部空間1bには、上記サセプタ5をその裏面から支えるための石英からなるサポート手段と、サセプタ5上でウェーハWを着脱するためのリフトピン8が内蔵されている。上記サポート手段は、回転軸6と、該回転軸6の先端部から放射状に分岐される複数のスポーク7から構成される。上記スポーク7の末端には垂直ピン7bが設けられ、該垂直ピン7bの先端が上記サセプタ5の裏面に当接されることによりこれを支えるようになされている。上記回転軸6は、図示されない駆動手段によって図中矢印C方向に回転可能とされている。

【0006】上記リフトピン8は頭部が拡張され、この頭部がウェーハWを載置するためのサセプタ5の座繰り部5aの底面に設けられた貫通孔5bのテーパ状側壁部に懸吊されている。リフトピン8の軸部はスポーク7の中途部に穿設された貫通孔7aに挿通され、該リフトピン8が安定に垂下されるようになされている。

【0007】サセプタ5上におけるウェーハWの着脱は、サポート手段の昇降により行う。たとえば、ウェーハWをサセプタ5から取り外す場合、図2に示されるようにサポート手段を下降させ、リフトピン8の尾部を反応容器1の下部空間1bの内壁に当接させる。これによって付勢されたリフトピン8が、その頭部においてウェーハWの裏面に衝合し、該ウェーハWを座繰り部5aの上方へ浮上させる。その後、サセプタ5とウェーハWとの間の空間にハンドラを挿入し、ウェーハWの受け渡しおよび搬送を行う。

【0008】上記サセプタ5の構成材料としては通常、黒鉛基材をSiC（炭化珪素）の被膜でコーティングし

たものが用いられている。基材として黒鉛が選択されているのは、開発当初の気相成長装置の加熱方式の主流が高周波誘導加熱であったことと関連しているが、その他にも高純度品が得やすいこと、加工が容易であること、熱伝導率に優れていること、破損しにくい等のメリットがあるからである。ただし、黒鉛は多孔質体であるが故にプロセス中に吸蔵ガスを放出する可能性があること、また、シリコンエピタキシャル成長の過程では黒鉛と原料ガスが反応してサセプタの表面がSiCに変化すること等の問題があり、その表面を最初からSiC被膜で覆う構成が一般化したのである。SiC被膜は通常、CV

*ない。そこで本発明は、得られるシリコン単結晶薄膜の膜厚均一性を改善することが可能な薄膜成長装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、前掲の図6に示された平坦度のマッピングにおいて数値が悪化している地点がリフトピンによる支点とほぼ一致していることに着目し、この部分においてサセプタの熱がリフトピンに奪われて散逸し、この結果としてウェーハ温度が局部的に低下し、エピタキシャル層の膜厚均一性を劣化させたとの仮説を立てた。この仮説にしたがってリフトピンの基材をサセプタの基材よりも熱伝導率の低いものに変更することで良好な結果が得られることを確認し、本発明を提案するに至ったものである。

【0012】すなわち本発明の薄膜成長装置は、反応容器内に配置されたサセプタ上に基板を載置し、該反応容器内に原料ガスを供給しながら該基板上にシリコン単結晶薄膜を気相成長させる装置であって、サセプタの基板載置用の座繰り部に設けられた貫通孔に挿通されるリフトピンとしては、サセプタの基材よりも熱伝導率の低い基材からなるものを用いる。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明では、リフトピン8の基材としてサセプタの基材より低い熱伝導率を有するものを選択し、リフトピン8からの放熱を抑制することにより、該リフトピン8の近傍のウェーハの温度低下を軽減することができる。より好ましくは、リフトピン8の基材として、1000℃における熱伝導率が40W/mK以下のものを選択することである。1000℃における熱伝導率を考慮しているのは、シリコン単結晶薄膜成長が実際に行われる温度域において基材の特性を評価する必要があるからである。かかる条件を満たすリフトピン8の基材として、本発明者らは次の表1に挙げるものが好適であることを見出した。

【0014】

【表1】

(1000℃における値)

	構成材料	熱伝導率 (W/mK)	
		基材	SiC被膜
本発明の リフトピン	黒鉛+ SiC被膜	40	31
	SiC+ SiC被膜	35	31
	ガラス状カーボン	16	—
	石英	2	—
従来の リフトピン	カーボン+ SiC被膜	130	31
サセプタ	カーボン+ SiC被膜	130	31

【0015】従来、リフトピン8の基材としては、サセプタに用いられるものと共通の黒鉛が用いられており、※その1000℃における熱伝導率は、通常80W/mK以上であった。しかし、同じ黒鉛材でも結晶化度の違い

によって熱伝導率が40W/mKと低いものも入手できる。基材として黒鉛を用いる場合には、基材からの不純物や吸蔵ガスの放出、およびシリコン単結晶薄膜成長の最中における原料ガスと基材表面の反応を防止するために、従来と同様にSiC被膜を形成することが必要である。また、黒鉛と同じ炭素材料でありながら、黒鉛と異なり均質で緻密な等方性組織を有するガラス状カーボンを基材として用いると、熱伝導率が16W/mKとさらに低いため、リフトピン8からの放熱をより効果的に抑制することができる。ガラス状カーボンは、黒鉛に比べ気孔が少なく均質な材料であるため、基材からのガス放出量が少なく、また、シリコンとも反応しないため、SiC被膜を形成する必要がない。基材を熱伝導率が黒鉛よりも低いSiCとすることも好適である。SiC結晶から機械加工により削出したものをそのままリフトピンとして用いても構わないが、加工歪みが生じている可能性があるため、より低い熱伝導率を得るためにはCVD*

H₂ アニール条件: 1130℃, 45秒

エピタキシャル成長温度: 1130℃

H₂ 流量: 40リットル/分

原料ガス(SiHCl₃をH₂で希釈)流量: 12リットル/分

ドーパント(B₂H₆をH₂で希釈)流量: 100ml/分

【0017】ここで使用したリフトピン8の頭部の直径は7.0mm、軸部の直径は3.2mm、軸部の長さは14cmとした。図3に、赤外干渉法で測定したリフトピン8の配設位置近傍におけるシリコンエピタキシャル層の厚さ分布を示す。縦軸にあるエピタキシャル層の厚さの変移とは、層厚測定値のうち最も中心側の測定点における層厚値と最も周辺側の測定点における層厚値とを基準値とし、該基準値に対するエピタキシャル層の標高差を比例換算して表したものである。また、C(130)とは1000℃における熱伝導率が130W/mKの黒鉛を表し、従来のリフトピンの基材に相当する。また、C(40)とは同じく40W/mKの黒鉛を表し、本発明で用いられる基材に相当する。

【0018】この図より、C(130)を基材とするリフトピンを用いた場合には、その近傍においてシリコンエピタキシャル層が基準面よりも0.14μm窪んだのに対し、本発明においてC(40)を基材とした場合には、この窪みが0.10μmに改善された。SiCを基材とした場合には、窪みはわずか0.01μmに抑えられた。ガラス状カーボンを基材とした場合には、SiCを基材とした場合とほぼ同じ結果が得られた。さらに、石英を用いた場合には、逆にシリコンエピタキシャル層が基準面よりも凸となる傾向があることがわかった。これらの結果から、リフトピン8の基材をサセプタの基材よりも熱伝導率の低い材料に変更することにより、該リフトピン8近傍における局所的なウェーハの温度の低下が防止され、シリコンエピタキシャル層の厚さ均一性が向上することがわかった。

*によるSiC被膜でコーティングすることが一層効果的である。石英は、黒鉛やSiCよりも著しく低い熱伝導率を示す材料である。石英は、SiC被膜を形成せずに、無垢のまま使用することが好適である。

【0016】

【実施例】以下、本発明の具体的な実施例について説明する。前掲の図1に示した気相成長装置10を用い、前出の表1に示した材料でリフトピン8を5種類作製し、熱伝導率130W/mKの黒鉛基材にSiC被膜を施したサセプタに装着した。この状態で、直径200mmのp+型、面方位(100)のシリコン単結晶基板上に、厚さ15μmのp型シリコンエピタキシャル層(抵抗率=10Ω・cm)を気相成長させた場合について、リフトピン8の配設位置近傍のエピタキシャル層の膜厚と、ウェーハ全体にわたるエピタキシャル層の表面状態を調べた。エピタキシャル成長条件は、一例として下記のとおりとした。

※【0019】次に、ウェーハ全面についてエピタキシャル層の表面に発生する微小な凹凸の分布状況を調べた。ここでは、1枚のシリコン単結晶基板に対してC(40)+SiC被膜、SiC+SiC被膜、および比較のためのC(130)+SiC被膜の計3種類のリフトピン8を1本ずつ装着してシリコンエピタキシャル層を気相成長させる実験と、3本共石英からなるリフトピン8を装着してシリコンエピタキシャル層を気相成長させる実験とを行った。図4に、3種類のリフトピン8を一度に用いた場合について、レーザ散乱光検出装置を用いてウェーハ面内の微小な凹凸の分布を測定した結果を示す。図中の各矢印の先端は、リフトピン8の位置に対応する。また、微小な凹凸の値(単位:ppm)が小さい領域ほど、ウェーハ表面温度は相対的に低い。これを見ると、C(130)+SiC被膜のリフトピン近傍では低温域が大きく広がっているのに対し、C(40)+SiC被膜のリフトピン近傍ではこの広がりがやや狭く、また微小な凹凸の最大値もやや小さい。さらに、SiC+SiC被膜のリフトピンの近傍では微小な凹凸の局所的変化が観察されないため、低温域がほとんど解消されていることが明らかとなった。

【0020】図5には、石英からなるリフトピン8を用いた場合について、図4の測定と同じ装置によるウェーハ面内の微小な凹凸の分布を示す。この図は、前掲の図5と表示スケールが異なっている。これより、石英からなるリフトピン近傍では、温度低下がほとんど解消されていることが明らかである。

※50 【0021】以上、本発明の具体的な実施例について説

明したが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。たとえば、リフトピンの形状や寸法、回転軸の先端部から分岐されるスポークの本数、使用するウェーハの口径、シリコン単結晶薄膜の気相成長条件、枚葉式気相成長装置の構成の細部については適宜変更、選択、組合せが可能である。

【0022】

【発明の効果】以上の説明からも明らかなように、本発明の薄膜成長装置ではリフトピンの基材の変更により、リフトピン位置近傍における温度低下を防止してウェーハの面内温度分布を改善し、これによりシリコンエピタキシャル層の膜厚の変化をリフトピン位置の近傍において0.01 μ mのオーダーに抑制することも可能となる。したがって、エピタキシャルウェーハ上に形成される半導体デバイスの歩留りを改善し、また半導体デバイスの品質トラブルを未然に防止することができる。本発明は、ウェーハの大口径化に伴って主流となることが予想される枚葉式気相成長装置の実用性能を高める技術であり、半導体製造分野における産業上の価値は極めて高いものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】気相成長装置の典型的な構成例において、気相成長中の使用状態を示す模式的断面図である。

【図2】気相成長装置の典型的な構成例において、リフトピンを用いてウェーハをサセプタから上昇させた状態

を示す模式的断面図である。

【図3】リフトピン近傍のシリコンエピタキシャル層の厚さの変移を様々なリフトピンの基材間で比較したグラフである。

【図4】1枚のシリコン単結晶ウェーハに対して3種類の基材からなるリフトピンを1本ずつ使用した場合のウェーハ面内の微小な凹凸の分布を示す模式図である。

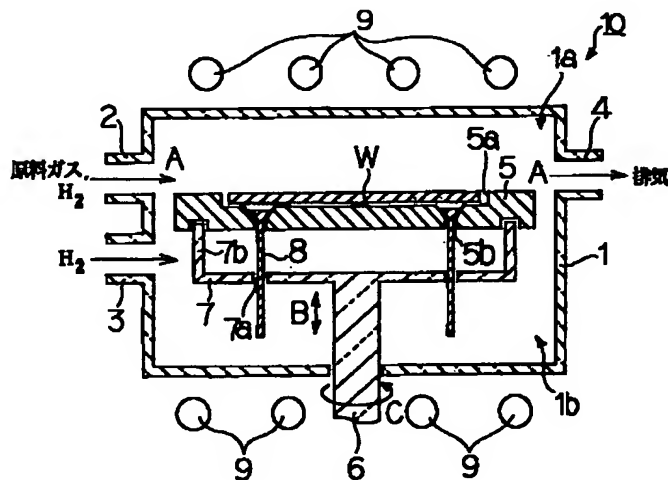
【図5】1枚のシリコン単結晶ウェーハに対して石英からなるリフトピンを3本使用した場合のウェーハ面内の微小な凹凸の分布を示す模式図である。

【図6】従来の枚葉式気相成長装置を用いて成長されたシリコンエピタキシャル層について、ウェーハ上における平坦度をマッピングした図である。

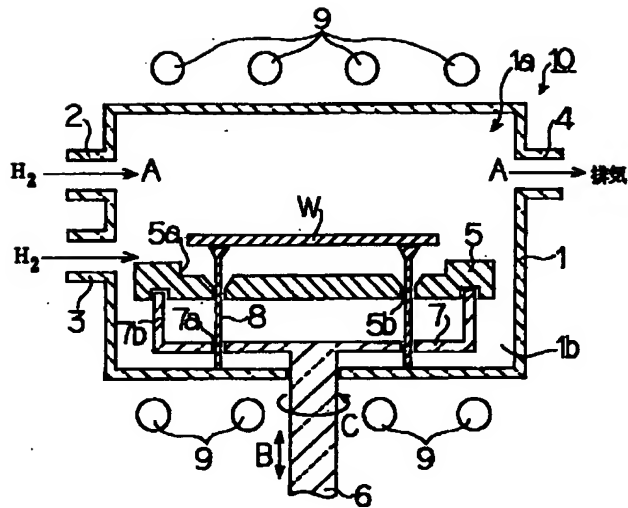
【符号の説明】

- 1 反応容器
- 1a (反応容器の) 上部空間
- 1b (反応容器の) 下部空間
- 5 サセプタ
- 5a 座繰り部
- 20 6 回転軸
- 7 スポーク
- 8 リフトピン
- 9 赤外線ランプ
- 10 気相成長装置
- W ウェーハ

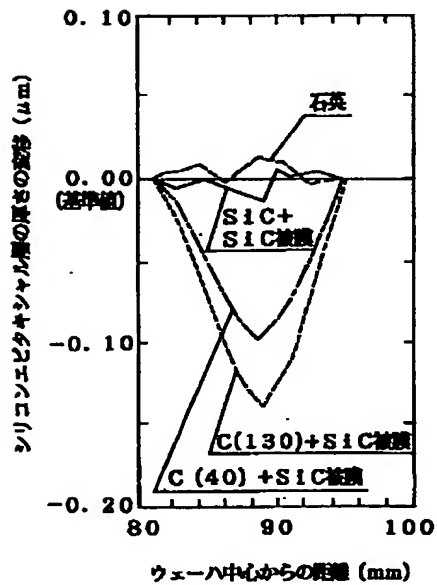
【図1】



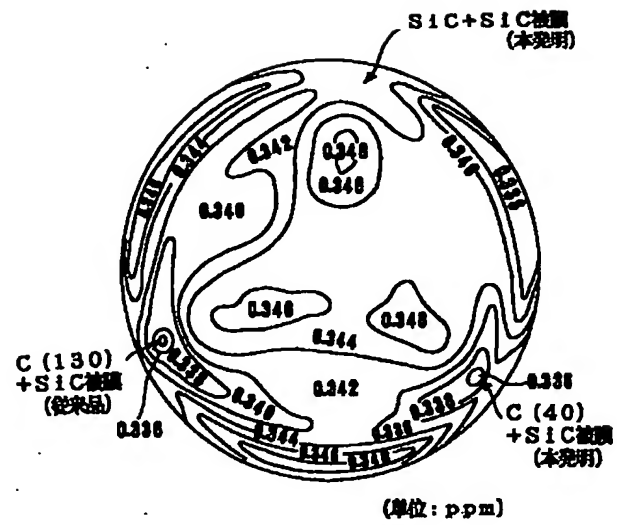
【図2】



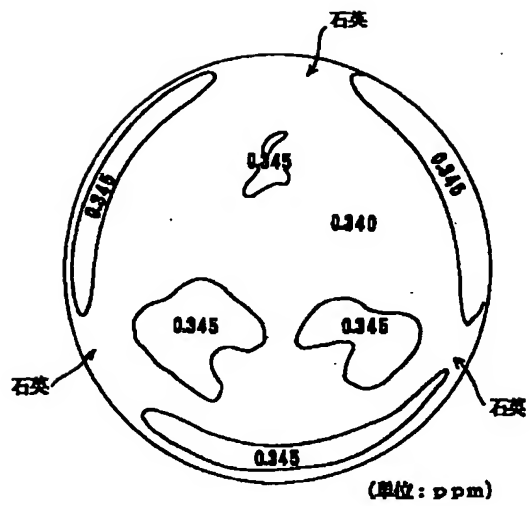
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

